Aus der Chirurgischen Universitätsklinik zu Marburg
(Direktor: Professor Dr. R. Klapp)

Ueber Wirbelbrüche durch Muskelzug

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
IN DER GESAMTEN MEDIZIN
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

VORGELEGT VON

WERNER KROEMER
MED. PRAKT.
AUS GEISENHEIM (RHEIN)

Marburg-Lahn
Buchdruckerei Hermann Bauer
1935

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
am 11. 1. 1935

Referent: Professor Dr. Boeminghaus
Korreferent: Professor Dr. Klapp

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

MEINEN ELTERN

IN DANKBARKEIT

Obwohl Brüche der Wirbelsäule oder ihrer Teile mit zu den ältesten Verletzungen zählen, die wir kennen — wir finden sie schon bei Hippokrates beschrieben —, galten sie doch bis in die jüngste Zeit als ziemlich selten, während ihnen allmählich immer größere Bedeutung zukommt. Dies hängt sowohl damit zusammen, daß mit der Zunahme des Verkehrs, der Technik und Industrie mit ihren Gefährdungen in unserer Zeit ihre Häufigkeit bedeutend zugenommen hat, als auch damit, daß durch die Vervollkommnung unserer diagnostischen Methoden, besonders seit der Röntgenaera ihre Erkennung bedeutend leichter geworden ist und ihnen dadurch größere Beachtung zuteil wird. Auch die Erkenntnis ihrer Entstehungsursachen und -Vorgänge wurde immer deutlicher, besonders trat dabei ein Faktor in den Vordergrund, dem früher relativ wenig Bedeutung zugemessen wurde: der Muskelzug.

Die Brüche der Wirbelsäule entstehen:

1. durch direkte Gewalt: Trauma,
2. durch indirekte Gewalteinwirkung, und zwar entweder durch mechanische Fortpflanzung des Traumas und dessen Auswirkung an anderer Stelle oder infolge eines durch psychisches oder mechanisches Trauma ausgelösten Vorganges, der erst sekundär zur Entstehung einer Fraktur führt.

Hierher ist besonders die Wirkung des Muskelzuges zu rechnen, die gar nicht so selten eine Fraktur bewirkt, wie das ja für andere Stellen des Körpers seit langem bekannt ist (z. B. Entstehung der Patellarfraktur durch übermäßigen Zug des M. Quadriceps femoris).

Die durch Muskelzug entstandenen Brüche der Wirbelsäule betreffen:

1. Querfortsätze,
2. Dornfortsätze,
3. Wirbelbogen,
4. Wirbelkörper.

1. Querfortsatzfrakturen.

Als Nebenverletzungen kommen sie häufig vor. Isolierte Querfortsatzfrakturen galten früher als außerordentlich selten. Köhler konnte zuerst 1905 röntgenologisch eine isolierte Querfortsatzfraktur nachweisen, Ehrlich stellte 1908 zum ersten Mal klinisch die durch das Röntgenbild bestätigte Diagnose, später wurden in der Literatur häufiger kasuistische Beiträge veröffentlicht. Nach den ausführlichen Arbeiten von Stemmler, Hoffmann, Haglund, Schinz, Schiessl u. a. häufte sich das Interesse für diese Fraktur: Boeminghaus konnte bis Ende 1927 rund 110 Fälle in der Weltliteratur nachweisen, Ernst und Römmelt fanden 1932 über 1000 Fälle der Literatur; sie sind inzwischen noch vermehrt worden und sind in Wirklichkeit wahrscheinlich bedeutend höher, da sicherlich viele Fälle wegen geringer Beschwerden überhaupt nicht in ärztliche Behandlung kommen, andere dagegen nicht erkannt werden und nachweislich als: Lumbago, Muskelzerreißung, -Quetschung oder -Zerrung, Wurzelischias, Contusio pelvis usw. diagnostiziert werden; ja häufig werden den Patienten sogar ihre Beschwerden wegen des geringen objektiven Befundes überhaupt nicht geglaubt und als Simulation oder traumatische Neurose (Ewald u. a.) gedeutet. In anderen Fällen führt eine bestehende Haematurie zur Annahme von Nierenruptur, -Blutung oder -Stein, weiterhin kann ein durch die Verletzung entstandenes retroperitoneales Haematom zu Bauchfellreizung, Meteorismus und Bauchdeckenspannung führen, und der Arzt stellt die Diagnose „Appendicitis“ oder „Peritonitis“, wie es Fälle von Niedlich, Hoffmann u. a. beweisen. Einen für die Unfallbegutachtung wichtigen Fall von symptomatischer Ischialgie nach indirekter Querfortsatzfraktur beschreibt Mannini: beim Heben einer 70 kg schweren Last entstand eine Querfortsatzfraktur, nach einiger Zeit traten ischialgische Beschwerden auf. Durch bei der Fraktur entstandene Muskelzerreißungen und Blutergüsse waren höchstwahrscheinlich entzündliche Vorgänge eingetreten, deren Weiterleitung auf Fasern der Ischiadicuswurzeln eine Neuritis bewirkte. Sowohl für die Therapie als

auch für die Begutachtung etwaiger Unfallfolgen ist in solchen zweifelhaften Fällen die richtige Frühdiagnose von größter Wichtigkeit.

Die Frakturen der Querfortsätze kommen fast nur an der Lendenwirbelsäule vor, und zwar am häufigsten am dritten, dann am vierten, seltener am zweiten, am wenigsten am ersten und fünften Lendenwirbel. Sie sind an der Brustwirbelsäule äußerst selten, da hier eher die langen dünnen Rippen als die kurzen kräftigen Querfortsätze brechen, jedoch sind auch an dieser Stelle Querfortsatzfrakturen beobachtet worden (Schiessl, Ewald u. a.). Steiner beschreibt einen Fall, dessen Entstehung durch Muskelzug klar liegt:

Ein kräftiger junger Mann machte einen 8 Meter langen Skisprung und kam dabei schief auf den Boden. Er versuchte sofort seine Haltung „mit dem Körper zu stabilisieren", dabei trat intensiver Rückenschmerz auf, es wurde Abbruch des achten und neunten Brustwirbelquerfortsatzes nachgewiesen.

Noch seltener scheint es an der Halswirbelsäule zu Brüchen der Querfortsätze zu kommen. Dies ist wohl durch ihre Form und Lage bedingt: es sind kurze zweischenkelige Knochenleisten, die terminal das Foramen transversarium umschließen und nur wenig seitlich vom Wirbelkörper vorspringen.

Während überhaupt nur ganz wenige Querfortsatzfrakturen der Halswirbelsäule beschrieben sind (Wagner-Stolper und Linow), finden wir nur einen von Pieri beschriebenen Fall, der eine Muskelzugentstehung erkennen läßt, und zwar am Atlas:

31j. Taglöhner lädt sich sitzend ein ca. 1 Ctr. schweres Heubündel auf den Kopf. Das Bündel kommt aus dem Gleichgewicht, der Pat. versucht durch einen kraftvollen Ruck die Balance wiederherzustellen; dabei verspürt er plötzlich ein Krachen und heftigen Schmerz im Nacken, sodaß er das Bündel fallen lassen muß. Seither wird der Kopf leicht nach links geneigt gehalten. Beugung des Kopfes frei, Heben etwas schmerzhaft, Drehung wesentlich eingeschränkt, nach rechts nur bis zu 30 Grad unter Schmerzen möglich. Lebhafte

Schmerzen beim Versuch, den Kopf gerade zu richten. Druck auf die beiden obersten Dornfortsätze schmerzhaft, ebenso auf die Querfortsätze, links mehr als rechts. Das Röntgenbild ergibt eine vertikale Fraktur durch den linken Querfortsatz des Atlas. Nach Pieri erfolgte die Fraktur wahrscheinlich durch plötzliche heftige Anspannung der beiden in Betracht kommenden Muskeln: Splenius capitis und Levator scapulae, hauptsächlich durch die obere Portion des letzteren. Die Fraktur erfolgte am schwachen Punkt des Querfortsatzes, wo er sich in zwei Schenkel teilt. Gipskrawatte brachte sofort Linderung und nach 40 Tagen Heilung.

Während man früher den Entstehungsmechanismus der Querfortsatzbrüche häufig zu verallgemeinern versuchte, ist es wohl heute unbedingt bewiesen, daß hierfür 1. direkte oder 2. indirekte Gewalt oder 3. beide zugleich in Frage kommen können. Am häufigsten ist die Ursache ein Trauma: Sturz, Schlag, Getroffenwerden von stürzenden Bäumen oder Felsmassen, Verschüttungen, Ueberfahren- oder Angefahrenwerden, gegen die Wand Geschleudert werden, Kurbelschlag, Schußverletzung, Fall auf die Füße usw., oder ganz geringfügiges Trauma, wie abnorm starke Verbiegung der Wirbelsäule, Heben einer Last usw. Dabei ist häufig in Frage gestellt, ob diese Traumen direkt zur Fraktur führten oder indirekt durch das Trauma ausgelöste unkoordinierte Muskelkontraktionen erst einen Bruch bewirkten.

Für die zweite Entstehungsart traten Hoffmann, Ehrlich, Gümbel, Jáki, Magnus u. a. ein; die Möglichkeit beider Mechanismen wurde von Stemmler, Ewald, Meyer, Boeminghaus, Henschen u. a. zugegeben. Linow glaubt, daß in allen Fällen nur eine direkte Gewalt als Ursache anzusehen ist.

Oudard und Jean gelang es, an Leichen durch Schlag mit 1500 g schwerem Hammer isolierte Lendenwirbelquerfortsatzfrakturen ohne penetrierende Wunde und ohne Zerstörung der Muskulatur zu erzeugen. Damit war bewiesen, daß es lediglich durch direkte Gewalteinwirkung, ohne daß diese Weichteilverletzungen zu machen braucht, zum Querfortsatzbruch kommen kann. Boeminghaus zeigte 1927 an 2 Fällen, daß auch

bei Fehlen jeglicher äußerer Gewalt nur durch Muskelzug derartige Brüche entstehen können; diese Erkenntnis wurde durch zahlreiche casuistische Arbeiten bestätigt. Die typischen Querfortsatzfrakturen der Lendenwirbel sind Querbrüche, wie dies nach Bau und Muskelzug zu erwarten ist; meistens an der Basis, seltener peripher. Bei direkter Gewaltanwendung entsteht die Fraktur durch Kompression, Abquetschung oder Zertrümmerung; auf indirektem Wege entsteht die Riß-, Zug- und Abbiegungsfraktur, z. B. beim Heben schwerer Lasten oder beim Versuch, eine mehr oder weniger starke Rück- oder Seitwärtsbiegung des Körpers auszugleichen: Die äußerst kräftige Muskelgruppe des Iliopsoas wirkt — meist noch durch Kontraktion des Quadratus lumborum und der Rückenmuskulatur unterstützt — plötzlich mit solcher Kraft an den relativ schwachen Querfortsätzen, die, besonders in gebückter Haltung, einer übermäßigen Beanspruchung nicht gewachsen sind, daß ihre Elastizitätsgrenze überschritten wird und es zum Bruch kommen muß.

Auf Grund der beiden physiologisch verschiedenen Muskelaktionsmöglichkeiten können wir 2 Arten der Muskelzugfrakturen unterscheiden:

1. Solche durch isotonische Tätigkeit: Der Muskel kontrahiert sich — meist unkoordiniert und übermäßig heftig — infolge reflektorischer Schreck-, Flucht- und Abwehrbewegungen oder um eine Schiefhaltung des Körpers wieder auszugleichen.
2. Solche durch isometrische Aktion: durch passive Ueberdehnung und aktive Spannungssteigerung des Muskels oder auch nur einer Muskelzacke (hierdurch wird es verständlich, daß nur e i n Querfortsatz bricht!) bei übermäßigen Kraftleistungen.

Nach Henschen sollen größere Knochenbrüche mehr durch isometrische, kleinere mehr durch isotonische Muskelaktion entstehen, jedoch wird es im Einzelfall selten möglich sein, dies zu entscheiden, in Wirklichkeit wird das Zwischenspiel beider Kräfte in Wirksamkeit sein.

Obwohl für die typische Querfortsatzfraktur im allgemeinen der Muskelzug als Ursache anzusehen ist, entstehen zweifelsohne viele Brüche durch Einwirkung einer direkten Gewalt oder durch Kombination von direkter und indirekter; kommt es doch z. B. häufig zu einer Wirbelfraktur durch direktes Trauma und gleichzeitig an ganz anderer Stelle zu einem Querfortsatzbruch, der nur durch Muskelzug zu erklären ist. Wir können uns jedenfalls nicht Jâki anschließen, der auf Grund mechanischer und anatomischer Ueberlegungen zu dem Schluß kommt, daß abgesehen von Stich- und Schußverletzungen alle Querfortsatzbrüche nur indirekt durch Muskelzug entstehen, während die direkte Gewalt nur eine scheinbare sei.

Die Symptome der Querfortsatzbrüche sind sehr verschieden und wohl nicht einheitlich zusammenzustellen, wie das z. B. von Hoffmann versucht worden ist, da die typischen Erscheinungen fehlen können, andererseits auch bei anderen Krankheitsbildern zur Beobachtung kommen (Stemmler, Niedlich). Am wichtigsten erscheint das Payr'sche Symptom: Einschränkung der Bewegung und Schmerzhaftigkeit beim Beugen und Drehen nach der gesunden Seite. Es kann jedoch auch fehlen, Ernst und Römmelt fanden es sogar umgekehrt positiv. Die beiden anderen Symptome: 1. Schmerzhaftigkeit beim Vorbeugen und Wiederaufrichten im Stehen oder beim Beugen des Oberschenkels der verletzten Seite in Rückenlage, 2. örtliche Druckschmerzhaftigkeit neben der Wirbelsäule, lassen noch viel häufiger im Stich (Schinz, Stemmler u. a.); Stemmler beschreibt einen Fall, wo ein Muskelhaematom dieselben Symptome machte. Auch die vielfach beobachtete durch Haematom entstehende Vorwölbung sowie durch Muskelabriß hervorgerufene Abflachung sind absolut unsichere Symptome. Zur Diagnose muß daher unbedingt das Röntgenbild gefordert werden, jedoch ist es mit Vorsicht anzuwenden, da hierbei viele Fehlerquellen möglich sind, auf die Boeminghaus, Schinz u. a. hinwiesen:

1. manchmal vorkommende Lendenrippen,

2. nicht verknöcherte Epiphysenlinien, die nach Owen

L. Rhys u. a. bis zum 25. Lebensjahre erhalten bleiben können,

3. Schattenaufhellung zwischen Psoasrand und Nierenschatten,
4. Verdickungen und Zackenbildungen, die in seltenen Fällen an den Querfortsätzen bestehen können,
5. Nierenkonkremente oder verkalkte Mesenterialdrüsen,
6. durch abnorme Strahlendurchlässigkeit im Halsteil des Querfortsatzes kann der Eindruck einer Diastase entstehen,
7. durch nicht genaue Lagerung des Pat. können die Proc. articulares vor die Proc. transversi projiziert werden und eine Frakturlinie vortäuschen.

Erschwert wird die Röntgendiagnose noch dadurch, daß die Dislokation sehr gering sein, ja bisweilen ganz fehlen kann.

Die Prognose der Lendenwirbelquerfortsatzbrüche ist quoad funktionem meist gut. Zur knöchernen Wiedervereinigung kommt es nach Schinz, Ewald u. a. sehr selten, meist entsteht eine Pseudoarthrose, kleinere Frakturstücke werden mit der Zeit atrophisch (Boeminghaus, Cocci). Ernst und Römmelt fanden in 2/3 der Fälle knöcherne Heilung. Sie dauerte 3—4 Monate, jedoch ist sie für die spätere Funktion belanglos.

Die Therapie war früher eine ruhigstellende. Schinz hielt mehrwöchige Bettruhe mit Extension in Glisson'scher Schlinge für notwendig, jedoch ist man in letzterer Zeit zur funktionellen Behandlung übergegangen: 2—3wöchige Bettruhe, dann 2wöchige Massagebehandlung mit Widerstandsübungen, hierauf noch 2monatige Schonung. Magnus, Linow sowie Ernst und Römmelt erzielten mit dieser Methode gute Erfolge. Linow berichtet in 2/3 der Fälle über volle Arbeitsfähigkeit, zugleich hält er aber auch für 2/3 seiner Fälle eine 10—15%ige Rente für 2 Jahre für notwendig.

Als Komplikationen der Brüche kommen häufig vor: Skoliose, Schädigung des Rückenmarks, der Nieren und Rippenbrüche.

2. Dornfortsatzfrakturen.

Ebenso wichtig wie die oben beschriebene Gruppe ist unter den durch Muskelzug entstandenen Wirbelbrüchen die Dornfortsatzfraktur. Sie stellt nach Zollinger die häufigste, zugleich aber auch die harmloseste Fraktur der Wirbelsäule dar.

Brüche einzelner Wirbeldornen allein oder als Teilerscheinung anderer Verletzungen sind seit altersher bekannt, schon Hippokrates beschreibt sie sehr genau. Wagner u. Stolper fanden unter 125 Wirbelbrüchen 10 isolierte Dornfortsatzfrakturen; im Weltkrieg wurden sie häufig als Projektilverletzungen beobachtet.

Erst in den letzten Jahren kam man zu der Erkenntnis, daß Wirbeldornbrüche typische Verletzungen sind, die unter gewissen Bedingungen immer wieder auftreten.

Diese Verletzungen waren den Franzosen schon lange bekannt: Bei Erdschauflern trat häufig beim Hochwerfen einer beladenen Schaufel plötzlich unter krachendem Geräusch ein heftiger Schmerz im Nacken auf, der von den Arbeitern „Le mouton" genannt wurde. (Le Mouton = der Hammel. Der Verletzte hält den Kopf eigenartig eingezogen, als ob er einen Hammel im Genick trage.)

Henschen berichtet von Kricketspielern in England, die nach heftigen Schleuderbewegungen mit dem Schläger unter starkem Schmerz zwischen den Schulterblättern erkrankten. Er macht darauf aufmerksam, daß diese Erkrankungen höchstwahrscheinlich mit den Dornfortsatzfrakturen identisch sind.

Sehr wichtig und einwandfrei diese Zusammenhänge beweisend, erscheint uns die von Bofinger kürzlich erschienene Mitteilung: Bei einem Kanalbau werden mehrere hundert Arbeiter mit Erdschaufelarbeiten beschäftigt; von diesen erkrankten 16 beim Schaufeln unter denselben Beschwerden, bei allen konnten Dornfortsatzfrakturen festgestellt werden.

Die typische Lokalisation der Dornfortsatzfrakturen, hauptsächlich der indirekten, ist der 7. Hals- bis 3. Brustwirbel; jedoch sind sie auch an anderen Stellen beschrieben worden, so beschreibt z. B. Horzetzky einen isolierten Bruch des 4. Len-

denwirbeldornfortsatzes. Jáki berichtet über einen Fall von Dornfortsatzbruch am 4. Lendenwirbel durch Muskelzug: Ein 28 j. Mann lädt mit 3 Kameraden ein schweres Eisenrohr ab, wobei ihm die größte Last zukommt. Beim Abbücken kann er sich nicht länger halten und muß das Rohr fallen lassen. Dabei verspürt er heftige Schmerzen im Rücken, sodaß er sich nicht mehr aufrichten kann. Röntgenologisch und klinisch wurde Dornfortsatzfraktur des 4. Lumbalwirbels festgestellt. Direkte und indirekte Gewalteinwirkung konnten ausgeschlossen werden, sodaß wir mit Jáki plötzliche unkoordinierte Muskelaktion im Moment des Fallenlassens als Ursache annehmen müssen.

Einen ähnlichen Fall beschreibt Zaccaria: 28 j. Mann richtet 14 m hohe Leiter auf. Da sie zu fallen droht, stemmt er sich mit aller Kraft dagegen. Heftiger Schmerz in der Lendengegend zum Kreuzbein ausstrahlend. Gehbeschwerden. Nach einigen Tagen Fieber, Kopfschmerz, Haematurie. Das Röntgenbild ergab Abriß des vierten Lumbalwirbeldornfortsatzes.

Schulte beschreibt einen „isolierten Bruch des Dornfortsatzes des dritten Lendenwirbels durch Muskelzug“: Kräftiger Soldat macht beim Turnen Längssprung über den Bock. Beim Aufspringen auf den Boden wird der Rumpf stark rückwärts gebogen, sofort heftiger Schmerz in der Lendengegend. Anschließend Sepsis und Exitus, durch die Sektion wird Dornfortsatzfraktur des dritten Lendenwirbels festgestellt. Nach Henschen ist jedoch in diesem Falle nicht der Muskelzug die Ursache gewesen, sondern bei der heftigen Ueberstreckung wurde der schwächste der gegeneinander gestemmten Dornfortsätze abgeknickt. Auch von Kryger berichtet, daß es durch kräftige Ueberbiegung der Lendenwirbelsäule zur Absprengung eines Dornfortsatzes kommt. Fernerhin berichtet Küttner (zitiert nach Riedinger) ebenfalls über einen Dornfortsatzbruch des vierten Lendenwirbels durch Muskelzug.

Es scheint also außer der oben beschriebenen allgemein bekannten Lokalisation der indirekten Dornfortsatzbrüche noch eine zweite, wenn auch seltenere Lieblingsstelle für diese zu geben: der dritte und vierte Lendenwirbel.

Die direkt erfolgten Dornfortsatzbrüche sind als Berufsverletzung häufig, besonders im Bergbau, und entstehen durch Fall, Stoß oder Auffallen spitzer und stumpfer Gegenstände, hauptsächlich an der unteren Hals- und oberen Brustwirbelsäule infolge der hier physiologisch bestehenden Kyphose und der damit verbundenen größten Traumagefährdung. Eine weitere, wenn auch seltenere Entstehungsart ist die gegenseitige Abknickung.

Die Dornfortsätze sind lange dünne Knochenleisten, die stark nach abwärts gerichtet sind. Es ist daher wohl verständlich, daß sie sich bei starker Ueberbeugung nach hinten dachziegelförmig aufeinanderlegen und es dann zur Abknickung kommt. (Schütz, Horzetzky und Zollinger).

Die typische Dornfortsatzfraktur im Bereich des siebten Hals- bis dritten Brustwirbels entsteht jedoch unbedingt durch Muskelzug (Henschen, Zollinger, Schütz, Kirchmayr u. a.), und zwar vorwiegend durch folgenden Mechanismus: Es ist (in fast allen Fällen der Literatur) mit der Hand oder dem Arm ein enormer Kraftaufwand zu leisten, meistens aktiv, z. B. beim Schaufeln, Heben einer schweren Last, Schieben oder Ziehen eines Wagens usw., oder passiv, z. B. beim Emporgerissenwerden des Arms usw.

Die meist in gebückter Stellung fixierte Wirbelsäule hält unter Anspannung aller Muskeln den Körper im Gleichgewicht. Die auf den Arm einwirkende Kraft wird durch die in Frage kommenden Muskeln Trapezius, Rhomboideus major und minor, Serratus post. sup. auf die Wirbelsäule übertragen. Uebersteigt nun die bei den Querfortsatzfrakturen bereits beschriebene Kraft der isotonischen und isometrischen Muskelaktion ein gewisses Maß, besonders wenn diese Aktion unkoordiniert und plötzlich geschieht, so muß es infolgedessen zum Abbruch bezw. Abriß des Dornfortsatzes als dem für diese Beanspruchung schwächsten Teil des Systems kommen, da man erfahrungsgemäß weiß, daß es eher zu einem Knochenbruch als zur Muskelzerreißung kommt. Gerade die plötzliche und ruckweise Spannungssteigerung erscheint das Ausschlaggebende für die Entstehung der Fraktur, da der Kno-

chen bei plötzlicher Beanspruchung bekanntermaßen schon bei einer Belastung brechen kann, die er bei langsamer Kraftsteigerung ohne weiteres verträgt.

Die wesentlichste Rolle bei der Frakturentstehung spielt wohl der M. trapezius, was durch die Betrachtung seiner anatomischen Dreigliederung verständlich wird: Während der obere und untere Abschnitt sich noch verkürzen kann, hat der mittlere quer verlaufende Teil bereits die Grenze seiner Kontraktionsmöglichkeit erreicht, zumal hier die Fasern durch den rautenförmigen Sehnenspiegel besonders kurz sind; diese unkoordinierte Zugwirkung wird durch die Innervation von verschiedenen Nerven noch erleichtert. Zweifellos kommt jedoch außer obigen Muskeln bei der Frakturentstehung dem Serratus anterior eine große Bedeutung zu, worauf besonders Riedinger hinweist.

In den meisten Fällen ist das distale Fragment kaudalwärts und seitlich dislociert, die Verschiebung entspricht genau der Faserrichtung des M. rhomboideus. Zollinger gibt dafür folgende Erklärung: „Wahrscheinlich wird beim Abbruch der Dorn vom Trapezius zuerst rein seitlich gezogen, dann erschlaffen aber die meisten wohl ebenfalls, wenn auch nur mikroskopisch verletzten Fasern des Trapezius, der unverletzte kräftige Rhomboideus zieht das Fragment nach unten und etwas seitlich."

Die isolierte Dornfortsatzfraktur macht charakteristische Symptome: Im Augenblick der Verletzung treten plötzlich meist außerordentlich lebhafte Schmerzen auf. Sie können so heftig sein, daß der Patient sofort die Arbeit niederlegen muß. Sie werden zwischen die Schulterblätter lokalisiert. Oft verspürt der Pat. dabei ein krachendes Geräusch, meist zeigt er eine eigentümlich gekrümmt-fixierte Haltung der Halswirbelsäule (vergl. „Le mouton").

Objektiv besteht lokale Druckschmerzhaftigkeit des betreffenden Wirbeldorns. Häufig ist mehr oder weniger deutlich hörbare Krepitation und Verschieblichkeit des Fragments nachweisbar (Henschen, Kirchmayr, Zollinger); oft Druckempfindlichkeit der Umgebung, die stets über dem betreffenden Dorn am stärksten ist. Meist, jedoch nicht immer, besteht

Dislokation nach unten und seitlich. Zeichen einer Blutung in die Haut oder Weichteile können fehlen, ebenso fehlt eine Hypertrophie der Muskulatur, wie sie oft bei Lumbago gefunden wird. Aktive und passive Annäherung der Schultern nach vorn ist schmerzhaft, ebenso Heben der Arme.

Ein wichtiges Zeichen ist das schon von Hippokrates beschriebene Phänomen: Schmerzhaftigkeit beim Beugen nach vorn, während Rückwärtsbeugung frei ist, ja sogar Erleichterung bringt.

Seitwärtsbeugen des Kopfes ist entweder nach beiden Seiten schmerzhaft (Zollinger), oder nur nach der verletzten Seite (Henschen).

Das Röntgenbild erhellt die Diagnose fast immer eindeutig: Bei der dorsoventralen Aufnahme erscheint der verletzte Dornfortsatz doppelt konturiert. Jedoch sind auch Fälle bekannt, in denen der Röntgenbefund nicht charakteristisch war, obwohl unzweifelhaft eine Dornfortsatzfraktur bestand (Zollinger). Die Aufnahme in dorsoventraler Richtung genügt meistens, außerdem gelingt die Darstellung von der Seite im Bereich der oberen Brustwirbelsäule wegen der Ueberlagerung durch das Schulterblatt oft nur unvollkommen.

Die Diagnose des typischen Krankheitsbildes ist leicht, jedoch wird sie in manchen Fällen wegen der relativen Unbekanntheit der Erkrankung nicht gestellt. So berichtet z. B. Zollinger, daß von seinen 15 Fällen kein einziger vom behandelnden Arzt erkannt wurde. Vielfach wurde die traumatische Natur der Entstehung bezweifelt oder dem Pat. sogar seine Beschwerden nicht geglaubt, und er wurde als Simulant betrachtet (Riedinger, Kirchmayr). Oft wurde die Diagnose gestellt: Muskelzerrung, Bänderzerrung, Verstauchung der Wirbelsäule, periostale Entzündung u. ä.

Die Prognose der Verletzung ist im allgemeinen sehr günstig; sie hängt jedoch ab von der Beteiligung eines oder mehrerer Dorne, Art und Umfang der Dislokation, Mitzerreißung der Muskulatur, Infektionsgefahr durch Blutungen und ähnlichen Komplikationen, wodurch sie natürlich im Einzelfall sehr getrübt werden kann.

Knöcherne Heilung der Fragmente entsteht nur in einem Teil der Fälle; oft bindegewebige Vereinigung oder Pseudoarthrosebildung, jedoch ist dies für die Funktion unwichtig.

Die Behandlung ist nur in den ersten Tagen, soweit starke Schmerzen bestehen, eine ruhigstellende mit Hinsicht auf die Gutartigkeit der Verletzung, und um die Gefahr der Muskelatrophie und der traumatischen Neurose zu vermeiden. Schütz und Kirchmayr empfehlen für einige Tage ruhige Rückenlage mit Umschlägen bezw. lordotischer Lagerung, nach Zollinger ist jedoch bei den oben geschilderten Bedenken Bettruhe nur in den wenigsten Fällen nötig.

Bei stärkerer Dislokation soll manuelle Reposition erfolgen, die leicht gelingt. Bestehen nach einigen Wochen noch starke Beschwerden, was jedoch sehr selten ist, so kommt operative Entfernung des Fragments in Frage.

3. Brüche des Wirbelbogens.

Während Arcusbrüche als Teilerscheinung anderer Wirbelverletzungen häufiger beobachtet werden, kommen sie isoliert sehr selten vor. Dies liegt sowohl an dem soliden Aufbau des Bogens, als auch daran, daß nur die Dornfortsätze direkt treffende Traumen auch auf den Arcus wirken können (Jáki u. a.). Es kämen also Arcusbrüche nur infolge direkter Traumawirkung auf die Dornfortsätze zustande. Endlich ist der röntgenologische Nachweis isolierter Bogenbrüche sehr schwer.

Im Bereich der Brustwirbelsäule sind Wirbelbogenbrüche äußerst selten, öfter noch an Hals- und Lendenwirbelsäule gefunden worden; häufig sind mehrere Wirbelbögen gleichzeitig gebrochen (Baker, Olliver, Proust, Wagner, Mulder u. a. zit. nach Steiner). Am relativ häufigsten ist die Halswirbelsäule gebrochen. Dies mag darin seinen Grund haben, daß die Halswirbel am wenigsten geschützt sind, und daß gerade hier die Wirbelbögen bei der Beugung mehr beansprucht werden als in den übrigen Teilen der Wirbelsäule. Während nach der allgemeinen Ansicht und Erfahrung Arcusbrüche nur infolge direkter Traumen erfolgen, beschreiben Steiner und in jüngster Zeit Jáki Fälle, die sie durch Muskelzug erklären:

Steiner: 32 j. Mann will eine 12 Ztr. schwere an Ketten aufgehängte Eisenwalze von sich weg stemmen und lehnt sich dabei mit der Lendengegend an einen Eisenstock. Plötzlich heftiger Schmerz in der Kreuzgegend. Der Pat. suchte sofort den Arzt auf, der ihn vierzehn Tage ambulant mit Einreibungen behandelte. Sodann nahm er seine Arbeit wieder auf, die Schmerzen dauerten aber an. Nach sechs Monaten kam er in klinische Behandlung, es wurde röntgenologisch eine Fraktur des fünften Lendenwirbelbogens nachgewiesen. Die Fraktur muß nach Steiner im Augenblick eines großen Kraftaufwandes „durch eigene Körperkraft" entstanden sein.

Jáki: Einem 20 j. Studenten fällt am Vorabend im Zug ein 30 kg schweres Leinenpaket vom Gepäckhalter auf die rechte Parietalgegend des Kopfes, wobei der Kopf maximal nach links gebeugt wurde; sofort starke Schmerzen beiderseits am Hals. Status: Am Hals keinerlei Formveränderungen. Druckempfindlichkeit auf der linken Seite des Atlas und des Epistropheus. Die Halsbewegungen sind frei, nur die Rotation nach rechts ist schmerzhaft.

Röntgenaufnahme: Körper des Atlas und Epistropheus unversehrt. Der Arcus Epistrophei ist abgebrochen, die Bruchlinie ist nur rechts in 1 cm Entfernung von der Radix sichtbar. Die linksseitige Bruchlinie kann nur vermutet werden, liegt wahrscheinlich unmittelbar neben dem Dornfortsatz. Minimale Dislokation. Der Dornfortsatz ist nach aufwärts und ad axin deviiert. Das Bruchstück des Arcus ist jedoch nicht gegen den Wirbelkanal deviiert. Zur Entstehungsursache schreibt Jáki: „Eine direkte Krafteinwirkung kann in diesem Falle nicht angenommen werden. Es ist auch unwahrscheinlich, daß die in eine Plane eingepackte Leinwandware von flacher Oberfläche an einer umschriebenen Stelle an dem Epistropheus eingewirkt hätte. Die anamnestischen Angaben des intelligenten Studenten konnten in jeder Beziehung ernst genommen werden. Der Bruch kam unserer Meinung nach nur infolge Muskelkontraktion zustande. Das schwere Gewicht traf den Kopf rechts am Scheitelbein, beugte ihn maximal nach links. Die Hals- und Nackenmuskulatur war bestrebt, den Kopf zurückzuhalten, die

plötzliche starke Kontraktion der interspinalen Muskeln, des Rotator longus und des M. rectus capitis posterior major bewirkte den Bruch. Nach der Röntgenaufnahme verlief eine Bruchlinie 1 cm vom Körper rechts am dünnen Ursprung des Arcus, die andere links in unmittelbarer Nähe des Dornfortsatzes. Das anatomische Bild ließ ebenfalls auf eine plötzliche Kontraktion der Muskeln an dieser Seite schließen. Daß eben der Arcus epistrophei den Bruch erlitt, mag auch darin seine Ursache haben, daß zwischen Epistropheus und drittem Wirbel die Beweglichkeit eine beschränktere ist, als zwischen den übrigen Wirbeln (H. Virchow)."

Obwohl in beiden Fällen zweifelsohne der Muskelzug eine große Rolle bei der Frakturentstehung spielte, ja wahrscheinlich sogar die ursächliche, können wir in ihnen dennoch nicht mit Sicherheit den Beweis für die Entstehungsmöglichkeit durch Muskelzug allein sehen, da die mechanische Wirkung einer äußeren Gewalt — im ersten Fall Anstemmen mit der Lendengegend an einen Eisenstock, im zweiten Auffallen des Leinenbündels auf den Kopf — nicht ohne weiteres ausgeschlossen werden kann.

Es kann gesagt werden, daß der isolierte Arcusbruch durch Muskelzug sehr selten ist.

Die Diagnose der Fraktur kann, wenn nicht abnorme Beweglichkeit der Dornfortsätze oder Krepitation sowie Röntgenbefund vorliegt, sehr schwierig sein. Oft ist das Bild, wie das aus den anatomischen Verhältnissen leicht erklärlich ist, mit Markläsionserscheinungen verbunden. Es muß in jedem Falle des Verdachtes auf Bogenbruch ein Röntgenbild angefertigt werden, obwohl auch die röntgenologische Untersuchung im Stich lassen kann (Steiner).

Therapeutisch erreichte Jáki bei einem Fall von Arcusbruch des Epistropheus ohne Rückenmarksymptome durch Bettruhe und Gipsbett vollkommene Heilung. Bei Markläsion und längeren Beschwerden soll frühzeitig Excision oder Reposition vorgenommen werden (Steiner).

Wirbelkörperfrakturen.

Brüche der Wirbelkörper entstehen in der Mehrzahl der Fälle durch Traumen; entweder direkt: Ueberfahrenwerden, Auffallen spitzer oder stumpfer Gegenstände, Stich- und Schußverletzungen, Verschüttung usw., oder häufiger indirekt, d. h. durch Fortpflanzung des direkten Traumas, z. B. bei Fall auf Kopf oder Füße. Erst in den letzten Jahren kam man immer mehr zu der Erkenntnis, daß in manchen Fällen noch ein anderer Faktor zur Erklärung der Fraktur herangezogen werden muß. Die Tatsache, daß bisweilen bei außerordentlich heftigen Traumen, z. B. Fall aus großer Höhe, keine oder nur geringe Wirbelsäulenverletzungen entstehen, daß es andererseits bei ganz geringfügigen Traumen, die noch in den Bereich des Physiologischen gehören, z. B. Heben schwerer Gegenstände, Fall aus geringer Höhe usw. zu ganz schweren Schädigungen der Wirbelsäule kommen kann, macht dies leicht verständlich.

Betrachten wir nun einmal einen Wirbelkörper im Schnitt, so findet sich, daß er eine außerordentlich dünne Kortikalis besitzt und fast nur aus sehr lockerer Spongiosa besteht. So wird uns erklärlich, daß der Wirbelkörper leicht einbrechen kann, nicht aber, daß er die schwere Körperlast und manchmal noch bedeutend größere Lasten tragen soll. Schanz wies auf die außerordentlich große Bedeutung der sogenannten „Hilfstrageorgane“ hin, die der Wirbelsäule erst diese Aufgabe zu erfüllen ermöglichen. Hierher gehören die elastischen Zwischenwirbelscheiben, die Säule der Wirbelbogen, der Rippenkorb, der Brust- und Bauchraum als Ganzes, die durch die Muskulatur in Spannung gehalten werden und als Brust- bezw. Bauchpneumatik wirken und sehr wohl imstande sind, die Wirbelsäule solchermaßen erheblich zu unterstützen; ferner die Aorta, als prall gefüllter Schlauch durch die abgehenden Arterien fest an die Wirbelsäule geheftet und große Stützwirkung ausübend — und nicht zuletzt die Muskulatur. Vor allem der die Columna umgebende und ihr direkt anliegende Zylinder der Wirbelsäulenmuskeln, fernerhin aber die ganze Rumpfmuskulatur, indem sie den Rumpf als Ganzes absteift. Die besondere Wichtigkeit der Muskelabstützung für die Wir-

belsäule liegt darin, daß mit der Beanspruchungshöhe die Höhe der Hilfsleistung durch vermehrte Kontraktion im allgemeinen wächst, große Gefahr liegt jedoch in dem Versagen dieser geordneten Zusammenarbeit, wie sie leicht beim Husten, Lachen oder Niesen, vor allem aber bei reflektorischen Schreck-, Flucht- und Abwehrbewegungen erfolgen kann.

Bekannt ist die große Bedeutung der Muskelwirkung bei der Entstehung des von Feinen beschriebenen Verhebungsbruches: beim Heben einer Last, die gar nicht allzu schwer sein braucht, entsteht — meist im Augenblick einer plötzlichen Ablenkung und dadurch Störung in der geordneten Muskelspannung — ein typischer Kompressionsbruch des fünften Lendenwirbels. Dieser Wirbel hat für die Frakturentstehung die gefährlichste Lage, indem er im Gegensatz zu den übrigen, mehr beweglich und elastisch gelagerten Wirbeln, dem starren Kreuzbein aufsitzt, das bei plötzlicher Belastung nicht so nachgeben oder ausweichen kann. Der Verhebungsbruch kann jedoch auch an anderer Stelle entstehen, so beschreibt Mull einen solchen im zweiten Lendenwirbel.

Radmann weist auf die große Bedeutung des Muskelzuges bei Kompressionsfrakturen nach Traumen hin: „Der Muskelzug verwandelt auch einen großen Teil derjenigen Fremdkörpereinwirkungen, die von der Seite her gegen die Wirbelsäule vordringen, in längsgerichtete stauchende, und diese Wirkung des Muskelzuges kann die von oben her einwirkende Ueberlastung durch den Fremdkörper verstärken, ja sie sogar in einzelnen Fällen völlig in den Hintergrund treten lassen.“ Er gibt hierfür folgende einleuchtende Erklärung:

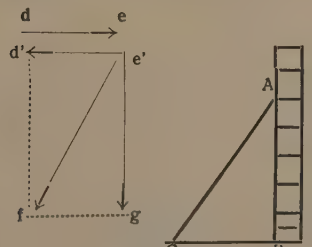

Abb. 1

Wirkt eine Kraft d e seitlich auf die Wirbelsäule, so muß sich, um diese Kraft aufzuheben, der Muskel A C mit der Kraft e' f kontrahieren. Letztere läßt sich zerlegen in die Komponenten, e' d' und e' g. Die Komponente e' d' muß d e gleich sein, wenn d e aufgehoben werden soll. Die zweite Komponente e' g —

also nach dem Parallelogramm der Kräfte die größere — wirkt dann als stauchende Kraft auf die Wirbelsäule. Da sich mehrere Muskeln gleichzeitig kontrahieren, so vermehren sich die stauchenden Kräfte nach unten zu und erreichen an einem weiter unten liegenden Teil der Wirbelsäule, der nicht der tiefste sein muß, ihren Höchstgrad. Dies ist einer der Gründe, warum Stauchungsbrüche der Halswirbelsäule am häufigsten in den unteren Abschnitten, nämlich fünftem und sechstem Halswirbel entstehen."

Daß bei der Entstehung der Kompressionsfrakturen der Muskelzug eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt, ist hiernach verständlich und wird von allen Autoren zugegeben. Homma macht ihn für die Entstehung der Atlasfrakturen durch Fall auf den Kopf direkt zur Bedingung, da es Jefferson an Leichenversuchen, wo also die Muskelaktion fehlte, in keinem Fall gelang, Atlasfrakturen durch Herabfallenlassen von Leichen auf den Kopf zu erzeugen.

Die Frage der Mitwirkung der Muskeltätigkeit bei Entstehung von Wirbelkörperbrüchen ist damit unbedingt zu bejahen. Ist es nun möglich, daß es lediglich durch Muskelzug ohne Beteiligung einer anderen, im Sinne einer Kompression wirkenden Gewalt zum Bruch eines oder sogar mehrerer Wirbelkörper kommen kann?

Solche Wirbelkörperkompressionsfrakturen kommen vor bei Tetanus. Hier konnte in den meisten bekannt gewordenen Fällen eine äußere Gewalt bestimmt ausgeschlossen werden; es fragt sich nur, ob allein der tetanische Muskelkrampf die Ursache war, oder ob noch andere Umstände eine vorbereitende oder begünstigende Rolle spielten.

Zuerst berichteten 1917 Meyer und Weiler über Hühnerbrust- und Kyphosebildung nach Tetanus. Sie nahmen als Ursache die Einwirkung langdauernder pathologischer Muskelstarre auf ein noch in der Entwicklung begriffenes Knochensystem an.

Auch Becher beschrieb einen Fall von Kyphosebildung nach Tetanus, jedoch wurde später von Spieß, der den Pat. nachuntersuchte, festgestellt, daß hier bereits vorher eine Wir-

beldestruktion vorgelegen haben kann. Der von Eberstadt mitgeteilte Fall einer tetanischen Wirbelkörperfraktur erscheint ebenfalls nicht einwandfrei, da nach der Sektion „an der Frakturstelle mikroskopisch das Knochenmark durch ein oedematöses gefäßreiches Faserwerk ersetzt ist, das Herde kleiner Rundzellen mit reichlich Protoplasma und einigen Plasmazellen enthält". In dem Sektionsbericht steht, daß für einen spezifischen Prozeß kein Anhalt bestand, Bäcker glaubt aber, daß obiger Befund als Zeichen einer Osteomyelitis infectiosa anzusehen ist.

Zwei weitere von Brunzel beschriebene Fälle lassen es möglich erscheinen, daß die den Tetanus verursachenden Geschosse einerseits den Wirbel verletzt, andererseits den benachbarten Wirbel im Sinne einer Kümmell'schen Erkrankung vorbereitet haben können.

Bäcker beschreibt 1926 einen Fall, der einwandfrei keine andere Ursache als den tetanischen Krampfanfall haben kann:

15 j. außerordentlich kräftiger Junge erkrankt nach kleiner Fußverletzung an allgemeinem Tetanus. Unter heftigen Krämpfen nach 2 Tagen Exitus. Die Sektion ergab Kompressionsfraktur des vierten und fünften Brustwirbelkörpers. Außer der stark mit Blutungen umgebenen Verletzung fand sich auch ein mikroskopisch völlig intakter Knochen.

Später wurden weitere einwandfreie Fälle beschrieben, die nur durch den Tetanus entstanden sein können. So wurden derartige Fälle von Erlacher, Pusch, Chasin u. a. berichtet, aus unserer Klinik konnte Bretthauer 1930 einen Fall veröffentlichen.

Wie ist nun der Mechanismus dieser Fraktur zu verstehen?

Unter der starken tetanischen Starre gerät die Wirbelsäule in einen starken Längsdruck, der von 2 Muskelgruppen verursacht wird:

1. die Gruppe der Rückenstrecker auf der Rückseite. Sie liegt in einer flachen Rinne neben der Wirbelsäule, wirkt an kurzem Hebelarm und hat — besonders im Abschnitt der physiologischen Brustkyphose — eine denkbar ungünstige Wirkung gegenüber der

2. Gruppe der Rumpfbeuger, zu der wir die ganze vordere Bauchmuskulatur rechnen müssen. Sie beginnt am Hinterhaupt mit dem M. sternocleidomastoideus, geht schräg über den Hals nach vorn und setzt sich über das Sternum hinweg fort in die Bauchmuskulatur bis zur Symphyse. Da diese Gruppe an besonders langem Hebelarm angreift, vor allem die durch Sternum und Rippen unmittelbar auf die Wirbelsäule wirkenden Bauchmuskeln, ist sie der Streckmuskulatur bedeutend überlegen.

Es müßte nun bei gleichzeitiger Kontraktion beider Muskelgruppen der Zug der Beugemuskulatur überwiegen und besonders am Scheitel der Brustkyphose zur Auswirkung kommen. Tatsächlich finden wir hier auch die meisten Kompressionsfrakturen und Gibbusbildungen, nämlich am 3. bis 6. Brustwirbel. Daß es in wenigen Fällen zur Gibbusbildung in der oberen Lendenwirbelsäule kommt, wie z. B. in den beiden Fällen von Brunzel, kann möglicherweise daran liegen, daß die tetanischen Krämpfe in den unteren Abschnitten der Muskulatur, besonders in den Bauchmuskeln etwas früher begannen, als in den übrigen Teilen und hier schon im Sinne einer Kyphosierung gewirkt hatten, ehe es bei weiteren Krämpfen mit allgemeiner Beteiligung der Rumpfmuskulatur zur Kompression eines Wirbels kommen konnte, die dann natürlich an dieser schon vorbereiteten Stelle erfolgte.

Sehr wichtig erscheint die Erklärung von Pusch: „Es kommt vielleicht in dem einen Anfall nur zu einem leichten Anbruch der Kortikalis, zum Einknicken einiger Spongiosabälkchen, zu einer kleinen Blutung. In einem weiteren Anfall, vielleicht erst nach Tagen, wiederholt sich der unglückliche Zufall. Jetzt haben die Kräfte bereits leichteres Spiel. Es bricht der Wirbel nun schon etwas mehr zusammen usw. Man kann sich ja die verschiedensten Kombinationen mit einiger Phantasie ausmalen. Je nach dem zufälligen Zusammenwirken der verschiedensten Muskelgruppen und je nach den Kräfteverhältnissen kann es zu einem vollständigen Kompressionsbruch kommen oder nur zu einer mehr oder weniger hochgradigen keilförmigen Deformierung durch bloß teilweisen

Einbruch der Wirbelkörper mit Einkeilung der Fragmente. Diese Deformierung bleibt bestehen und führt sekundär zu Bänderschrumpfungen. Es kann da eine posttetanische Starre der Muskulatur, die Erlacher für die Erklärung der Fixation in Anspruch nimmt, sehr wohl mitspielen."

Erlacher nimmt an, daß bei der tetanischen Entstehung die Erschütterung des Knochengefüges im Anfall eine Hauptrolle spielt. Durch die fortdauernde Erschütterung soll die normale Elastizität des Knochens verloren gehen, und der Wirbel soll die Gestalt annehmen, die ihm die äußere Umgebung aufzwingt. Dies soll zur Fixierung der vermehrten physiologischen Krümmungen führen, bis es schließlich unter weiterer Erschütterung und unter dem Druck der Längspressung zur Kompression komme. Dies erscheint jedoch wenig wahrscheinlich, da solche Erschütterungen doch nur dann Bedeutung haben können, wenn sie außerordentlich heftig und plötzlich wirken.

Die Heftigkeit und Schnelle solcher Erschütterungen würde jedoch — auch bei plötzlich einsetzendem Krampf — durch das System der Zwischenwirbelscheiben so herabgesetzt werden, daß eine derartig zerstörende Wirkung sehr zweifelhaft sein würde.

Jedoch spielt bei der tetanischen Wirbelkompressionsfraktur sicherlich die Herabsetzung der Knochenfestigkeit eine große Rolle. Einmal durch längere Ruhe — es ist ja eine bekannte Tatsache, daß Knochen durch längere Inaktivität bedeutend an Festigkeit verlieren — andererseits auch durch Zirkulationsstörungen, die mit der andauernden Starre der Muskulatur verbunden sind und die sich auf die Umgebung der betroffenen Muskeln auswirken. So wurde bei Tetanus ein Stauungsoedem im Rückenmark gefunden, das als Folge des gestörten Blutumlaufs (Kompression der Venen) aufgefaßt wird (Staehlin-Bergmann, zit. nach Pusch). Möglicherweise spielt hier auch eine allgemeine Schwächung durch die Einschwämmung der Tetanuserreger eine Rolle.

Bei Jugendlichen sind derartige Begünstigungen zur Frakturentstehung nicht erforderlich, wie die Fälle von Bäcker

und Pusch beweisen, die aus voller Gesundheit bei akutem Tetanus schwere Kompressionsfrakturen erlitten. Beim Erwachsenen scheinen diese Faktoren jedoch eine große Bedeutung zu haben, da sämtliche beobachteten Fälle nur nach Spättetanus auftraten.

Oft erscheinen die Frakturen erst längere Zeit nach der Erkrankung, d. h. der Wirbel ist während der Erkrankung im Sinne einer Kompressionsfraktur vorbereitet worden, diese macht sich jedoch erst bei Belastung bemerkbar.

Außer den tetanischen Muskelzugfrakturen kommen derartige Wirbelkörperbrüche auch noch auf andere Weise zustande. König macht auf die interessante Beobachtung der Tierärzte aufmerksam, daß Hengste, denen man beim Beschälen alle 4 Füße zusammenbindet, sich manchmal die Wirbelsäule brechen.

In der Literatur finden sich einige Fälle von Wirbelkörperbrüchen, bei deren Entstehung eine äußere Gewalt fehlte, die lediglich aus eigener Kraft entstanden sind, bei denen sicherlich also eine ungewöhnliche Muskelfunktion, — sei es nun durch plötzliches Erschlaffen oder durch plötzliche inkoordinierte Kontraktion — die Ursache war.

So berichtet Schackwitz über einen eigenartigen Fall: Ein Landwirt überrascht auf seinem Hof zwei Einbrecher. Mit gezogener Pistole ruft er: „Hände hoch und an die Hauswand stellen oder ich schieße.“ Der eine Einbrecher kommt der Aufforderung nach, der zweite zögert und greift in die Tasche. Der Landwirt befürchtet einen Angriff und schießt aus 2 Meter Entfernung. Der Einbrecher erhebt darauf die Hände und geht an die Wand, um sich neben seinen Genossen zu stellen, sodaß der Landwirt glaubte, vorbeigeschossen zu haben. Jedoch nach knapp einer Minute brach der Einbrecher zusammen und war tot. Die gerichtliche Sektion ergab Tod durch Herzschuß, außerdem Querbruch des 7. Halswirbelkörpers.

Die Fraktur ist nach Schackwitz offenbar dadurch erfolgt, „daß der bei erschlaffter Muskulatur haltlose Kopf beim Zusammenbrechen des ganzen Körpers mit großer Wucht nach hinten kippte und schwingend durch seine Schwere die Hals-

wirbelsäule so überstreckte, daß der 7. Halswirbel einbrach. Eine besondere Brüchigkeit der Wirbel konnte nicht festgestellt werden. Die vitale Reaktion der Bruchstelle ist durch Blutungen sichergestellt. Die mögliche Fehlerquelle, ein Ueberstrecken der Halswirbelsäule bei der Sektion, gelegentlich der Eröffnung der Halsschlagadern, die erfahrungsgemäß bisweilen bei Leichen alter Leute zu Bandscheibenzerreißungen und bei brüchigen Wirbeln auch zu Frakturen führen kann, ist hier mit Sicherheit auszuschließen, da eine solche Ueberstreckung nicht stattfand."

In der letzten Zeit findet sich in der Literatur öfters der Hinweis, daß Wirbel auch ohne Traumen einbrechen können, und zwar wird hierfür übermäßige Hyperflexion verantwortlich gemacht (Simon, Schneider u. a.).

Poillailon (zit. nach Mull) stellte durch Autopsie einen Bruch des 6. Halswirbels fest bei einem Karrenführer, der, sein Pferd am Zügel emporreißend, eine heftige Rückwärtsbewegung mit dem Kopf ausgeführt hatte und 6 Tage später zum Exitus kam.

Strauß beschreibt einen Fall von indirektem Halswirbelbruch, der einwandfrei erkennen läßt, daß er lediglich durch Muskelzug entstanden ist:

30 j. vollkommen gesunder muskelkräftiger Sportsmann bemerkt nach dem gewohnten Schwimmtraining plötzlich Ziehen im Genick und in der rechten Schulter, sodaß er den Kopf nicht gerade halten kann. Er ist jedoch in seiner Arbeitsfähigkeit nicht wesentlich beeinträchtigt, nach 5 Tagen wird das Training fortgesetzt. Unter der kalten Brause plötzlich starke Schmerzen im Rücken „als hätte ihn jemand mit der Axt in den Rücken geschlagen". Trotzdem versucht er zu schwimmen, nach 6—8 Längen muß man ihm jedoch aus dem Wasser heraus helfen. Schwächegefühl im rechten Arm, heftige Schmerzen beim Heben des rechten Armes und bei Bewegungen des Kopfes, den er nach rechts drehen muß Schmerzen in der Schulter und Temperaturen bis 38 Grad veranlassen den Arzt zur Klinikeinweisung. Befund: Kopf um 30 Grad nach rechts

fixiert. Bewegungen nach rechts und links unter Schmerzen bis 30 Grad möglich. Stauchungsschmerz, Haematom im seitlichen Halsdreieck. Starke Druckempfindlichkeit des Plexus cervicalis. Herabsetzung des Gefühls für Wärme und Kälte, Berührung und Schmerz im Bereich der Streckseite und der lateralen Partien von Daumen und Zeigefinger rechts sowie Herabsetzen der groben Kraft im rechten Arm.

Die Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule ergibt Absprengung eines etwa erbsengroßen Knochenteils am vorderen unteren Rand des 5. Halswirbelkörpers. Der benachbarte Rand des Wirbels ist plump ausgezogen und überragt das Niveau der anderen Wirbel. Das abgesprengte Knochenstück ist gedreht und senkrecht gestellt. Unter der Behandlung mit Watteverband, Verabreichung von Vigantol, Calcan, lokaler Wärmeapplikation, Elektrisieren, später Heißluftbädern und Massage trat schnelle Heilung und röntgenologisch nachgewiesene knöcherne Wiedervereinigung der Fragmente ein, der Pat. konnte nach wenigen Wochen sein Schwimmtraining wieder aufnehmen.

Die Entstehungsmöglichkeiten, sowie die anatomischen und mechanischen Grundlagen hierfür, werden eingehend und anschaulich besprochen. Wir können sie hier übergehen. Strauß kommt dabei zu folgendem Schluß: „Der Entstehungsmechanismus — Ueberstreckung der Halswirbelsäule als Reflexwirkung auf eine Flexionshaltung unter bestimmten Praemissen — betont die Gewalt der Muskelzugwirkung.“ Einen ähnlichen Mechanismus müssen wir einem Fall zugrunde legen, der an unserer Klinik zur Beobachtung kam:

E. P. 21 j. gesunder kräftiger Pat. machte am 4. Aug. 1933 gegen Abend im Arbeitslager beim Baden einen Kopfsprung ins Wasser. Er mußte von Kameraden aus dem Wasser gezogen werden, da er nicht mehr schwimmen konnte und die Beine sofort völlig gelähmt waren. Ueber den genaueren Hergang des Unfalls kann Pat. nichts Näheres angeben, er weiß nur, daß er mit den Händen, dagegen n i c h t mit dem Kopf auf Grund gestoßen ist. Er hatte sofort starke Schmerzen im Hals und konnte ihn nicht mehr bewegen, ebenso konnte er

Abb. 2

die Beine nicht mehr rühren. Bald trat auch Atemnot mit zeitweisen Erstickungsanfällen auf. Pat. wurde sofort in die Klinik gebracht.

Befund: Mittelgroßer kräftiger Pat. in gutem E. u. K. Z. Starke Klagen über Schmerzen im Hals und Atemnot. Keine äußeren Verletzungen. Beide Beine sind völlig gelähmt. Die Atmung ist angestrengt. Der Puls ist auffallend niedrig, zeitweise nur 40 Schläge pro Minute, wechselnd in der Füllung, aber regelmäßig. Von weiterer Untersuchung muß wegen des bedrohlichen Zustandes Abstand genommen werden.

Die Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule (s. Abb. 2) zeigt eine Fraktur des 5. Halswirbelkörpers mit Verengerung des Wirbelkanals durch ein nach hinten geglittenes Fragment. Pat. wird vorsichtig ins Bett gelegt in flacher Lage. Einhalbstündliche Pulskontrolle in der Nacht. Puls sehr wechselnd. Zeitweise auftretende Erstickungsanfälle und Unruhe. Zunehmendes Trachealrasseln. Um 5 Uhr früh Exitus letalis.

Auszug aus dem Bericht über die im pathologischen Institut der Universität Marburg am 7. Aug. 1933 vorgenommene Sektion (L. 245/33. S. 161/33):

Außenbefund: 176 cm lange, 81 kg schwere männliche Leiche in gutem Ernährungszustand. Ausgedehnte flächenförmige Totenflecke befinden sich am Rücken und den abhängigen Teilen. Die Totenstarre ist in allen Extremitäten vorhanden. Aus Mund und Nase läuft dunkelrotes Blut. Keine äußeren Verletzungen. Das Schädeldach ist längsoval, mäßig stark, es lassen sich aber keinerlei Risse oder Fissuren in ihm erkennen. Auch nach Entfernung der Dura von der Basis lassen sich keine Risse oder Fissuren nachweisen.

An der Brust- und Bauchwirbelsäule und an den Rippen lassen sich keine Frakturen oder sonstige Veränderungen feststellen. Dagegen zeigt die Halswirbelsäule eine Querfraktur in der Höhe des 5. Halswirbels. Nach der Härtung und Durchsägung der herausgelösten Halswirbelsäule zeigt sich, daß eine schräge Bruchlinie von oben vorn nach unten hinten durch den 5. Halswirbelkörper und die anschließende Bandscheibe geht, sodaß ein keilförmiges, schalenartiges Stück von dem Wirbel-

körper unten vorn noch stehen geblieben ist. Die Gelenkbänder an den Querfortsätzen sind zerrissen. Der ganze obere Teil der Halswirbelsäule ist gegen den unteren nach hinten verschoben, und der Spinalkanal zwischen 5. und 6. Halswirbel eingedrückt, das Rückenmark an dieser Stelle ganz zusammengequetscht.

Die Sektion der übrigen Körperhöhlen ergibt keine weiteren pathologischen Veränderungen, sodaß von einer Wiedergabe des übrigen Berichtes hier abgesehen werden kann.

Anatomische Diagnose: Status recens post frakturam vertebrae cervicalis V. Compressio medullae spinalis ibidem. Sanguis liquidus.

Eine direkte Gewalteinwirkung kann in unserem Fall wohl mit Sicherheit ausgeschaltet werden. Es besteht kein Grund, die Angaben des Pat., daß er nicht mit dem Kopf, sondern lediglich mit den Händen auf Grund gekommen wäre, zu bezweifeln: Er war bei absolut klarem Bewußtsein und hatte keinen ersichtlichen Grund, falsche Angaben zu machen. Außerdem hätten sich bei einem Aufstoßen mit dem Kopf doch irgendwelche Veränderungen an der Kopfhaut, dem Schädel oder dem Gehirn nachweisen lassen, was aber nicht der Fall war. Eine Erkrankung oder besondere Brüchigkeit der Wirbelsäule konnte durch die Sektion ebenfalls ausgeschlossen werden.

Die Erklärung der Fraktur bereitet große Schwierigkeiten, besonders da sich in der Literatur kein analoger Fall finden ließ. Unseres Dafürhaltens ist sie folgendermaßen entstanden: In dem Augenblick, als der Pat. bei seinem Kopfsprung unvermutet mit den Händen auf Grund kam, führte er eine ruckartige, reflektorische Fluchtbewegung aus, indem er äußerst heftig „den Kopf einzog“ und dabei versuchte, durch gleichzeitiges Nachhintenreißen des Kopfes möglichst flach über den Boden hinweg zu gleiten. Es erfolgte also eine überaus kraftvolle inkoordinierte Kontraktion der Halsmuskulatur, bei der es zum Bruch des Wirbels kam.

Während im Bereich der oberen Brustwirbelsäule, wie schon oben gesagt wurde, die Beugemuskulatur der Vorderseite

den hinteren Streckmuskeln bedeutend überlegen ist, ist es am Halsteil der Wirbelsäule umgekehrt: Hier liegt der Scheitel der physiologischen Krümmung nach vorn gekehrt. Die Beugemuskulatur hat eine ungünstige Wirkung, da sie diese, ihr entgegenwirkende Krümmung überwinden muß, wobei schon ein großer Teil ihrer Kraft verbraucht wird, ehe eine Wirkung im Sinne einer Wirbelkompression erfolgen kann. Außerdem liegt sie dem Wirbelkörper unmittelbar an, ihr Hebelarm ist also sehr klein. Dagegen greift die hintere Streckmuskulatur in dieser Hinsicht viel besser an. Sie überbrückt wie die Sehne eines Bogens die Krümmungsachse der Halswirbelsäule; diese Krümmung erleichtert ihr also ihre Aktion. Hinzu kommt, daß sie durch ihre anatomische Lage am längeren Hebelarm wirkt — ihre Ursprünge und Ansätze liegen viel weiter von der Wirbelsäulenachse entfernt, als die der Beugemuskeln —, vor allem aber, daß sie gerade am Hals viel kräftiger als die Beugemuskulatur entwickelt ist.

Es müßte nun nach diesen Ueberlegungen, falls bei gleichzeitiger Kontraktion der gesamten Halsmuskulatur, die Kraft dieser Aktion die Grenze der Belastungsfähigkeit der Wirbelsäule überschreitet, zum Kompressionsbruch im hinteren Teil des Wirbels kommen. Derartige Brüche entstehen aber erfahrungsgemäß sehr selten. Gerade der hintere Wirbelkörper gewinnt dadurch eine besondere Festigkeit, daß er durch die Wirbelbögen und -Fortsätze, mit denen er innig verwachsen ist, erheblich verstärkt und abgesteift wird. Betrachten wir die Längsstruktur der Wirbelbögen und der Fortsätze an den Abgangsstellen vom Wirbelkörper, so wird uns ihre verstärkende Bedeutung für den Wirbelkörper bei senkrechter Beanspruchung sehr wohl klar.

Viel günstiger als für die Entstehung des Kompressionsbruches liegen dagegen die Verhältnisse für das Zustandekommen einer anderen Fraktur: für den Luxationsbruch des Wirbelkörpers, wobei der Wirbelkörper in Längs- oder Schrägrichtung bricht. Während die Kraft des Muskelzuges noch nicht ausreicht, um eine Kompression des hinteren Wirbelkörpers herbeizuführen, braucht bei der Luxationsfraktur die

Kohäsionskraft des Wirbels nur in der der einwirkenden Kraft am wenigsten Widerstand entgegensetzenden Ebene überwunden zu werden. Diese Ebene verläuft je nach der Angriffsrichtung der Kraft mehr oder weniger senkrecht durch den Wirbelkörper. Ist der Bruch vollzogen, so kommt es unter dem Muskelzug zur Abscherung und Luxation des Fragments, bezw. des ganzen mit ihm verbundenen und unter derselben Muskelzugwirkung stehenden Teils der Wirbelsäule, wie in unserem Fall.

Zusammenfassung.

Bei der Entstehung der Wirbelbrüche spielt der Muskelzug in den meisten Fällen eine außerordentlich wichtige Rolle, in manchen Fällen die ausschlaggebende und ursächliche. Die frakturierende Wirkung des Muskelzugs erfolgt bei ungewohnter bezw. übermäßiger aktiver oder passiver Kraftleistung oder durch plötzliche Flucht- und Abwehrbewegungen.

Typische Muskelzugfrakturen der Wirbelsäule sind:

1. die Querfortsatzfraktur der Lendenwirbelsäule,
2. die Dornfortsatzfraktur im Bereich der oberen Brust- bis unteren Halswirbelsäule und — seltener — im Bereich des 3. und 4. Lendenwirbels.
3. die Wirbelkörperkompressionsfraktur im Bereich der physiologischen Brustkyphose bei Tetanus.

Es kommen aber auch noch andere Frakturen der Wirbelsäule durch Muskelzug vor, besonders Wirbelkörperbrüche im Bereich der unteren Halswirbelsäule.

Schließlich wird über eine Luxationsfraktur des 5. Halswirbelkörpers durch Muskelzugwirkung berichtet, entstanden durch inkoordinierten Muskelzug bei Kopfsprung ins Wasser und dabei Aufstoßen mit den Händen auf Grund.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Boeminghaus für die weitgehende Unterstützung und Beratung bei Anfertigung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Bäcker: „Wirbelfraktur bei Tetanus.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 138, S. 555.

Barbilian et Hoffmann: „Sur la pathogénie des fractures isolées fermées des apophyses transverses lombaires.“ Ref. Zentralblatt für die gesamte Chir. Bd. 53, S. 573.

Becher: „Kyphoskoliose nach Tetanus.“ Münchener med. Wochenschrift 1918, Nr. 47, S. 1316 und 19; 1920, Nr. 30, S. 874.

Boeminghaus: „Ueber isolierte Abrißfrakturen an den Querfortsätzen der Lendenwirbel durch Muskelzug.“ Archiv für klin. Chir. Bd. 149, S. 642.

Bofinger: „Ueber Dornfortsatzbrüche und deren eigenartige Ursache.“ Münchener med. Wochenschrift 1933, S. 146.

Bretthauer: „Ueber Gibbusbildung bei Tetanus.“ Diss. Marburg 1930.

Brunzel: „Ueber Gibbusbildung nach allgemeinem und lokalem Tetanus.“ Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 150, S. 258.

Chasin: „Ueber Veränderungen in der Wirbelsäule nach Tetanus.“ Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen, Bd. 46, S. 427.

Cocci: „Ueber einen Fall von Fraktur eines Prozessus transversus lumbalis in Verbindung mit einer Fraktur des benachbarten Gelenkfortsatzes.“ Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 52, S. 760.

Dudková: „Kompressive Wirbelbrüche.“ Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 44, S. 636..

Eberstadt: „Ueber Gibbusbildung bei Tetanus.“ Münchener med. Wochenschrift 1918, Nr. 47, S. 1318.

Ehrlich: „Zur Kasuistik der isolierten Frakturen der Prozessi transversi der Lendenwirbelsäule.“ Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 92, S. 413.

Erlacher: „Ueber Gibbusbildung nach Tetanus.“ Zeitschr. f. orthopäd. Chir. Bd. 40, S. 385.

Ernst und Römmelt: „Ueber traumatische und pathologische Querfortsatzbrüche der Lendenwirbelsäule.“ Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 237, S. 580.

Ewald: „Ueber isolierte Brüche der Wirbelquerfortsätze.“ Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen, Bd. 21, S. 405.

Feinen: „Die traumatische Achsendrehung der ganzen Lendenwirbelsäule.“ Arch. f. Orthop. Mechanotherap. und Unfallchir. Bd. 5, S. 138.

Fränkel: „Zur Frage der isolierten Fraktur der Lendenwirbelquerfortsätze.“ Arch. f. klin. Chir. Bd. 169, S. 213.

Gümbel: „Ueber Wirbelbrüche mit besonderer Berücksichtigung einiger seltenen Formen.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 95, S. 449.

Haglund: „Isolierte Frakturen der Prozessi transversi der Lendenwirbelsäule.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 96, S. 321.

Harbitz: „Bruch der Wirbelsäule namentlich durch indirekte Gewalt hervorgerufen im Cervicalteil an typischer Stelle.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 173, S. 142.

Henschen: „Ueber Dornfortsatzfrakturen durch Muskelzug nebst Bemerkungen zur Lumbago tramatica.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 53, S. 687.

Hoffmann: „Die isolierten Frakturen der Lendenwirbelquerfortsätze.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 62, S. 385.

Homma: „Ueber die Mechanik der Atlasverletzungen beim Sturz auf den Kopf.“ Arch. f. klin. Chir. Bd. 160, S. 151.

Horzetzky: Deutsche militärärztliche Zeitschr. 1887, S. 385 zit. nach Zollinger.

Jáki: „Beiträge zur Lehre von den Wirbelsäuleverletzungen.“ Arch. f. Orthop. Mechanotherap. und Unfallchir. Bd. 28, S. 640.

Jefferson: „Brit. J. Surg. 7. 407“ zit. nach Homma.

Kirchmayr: „Eine typische durch Muskelzug entstandene Abrißfraktur der unteren Hals- und oberen Brustwirbeldorne.“ Arch. f. Orthop. Mechanotherap. und Unfallchir. Bd. 21, S. 64.

Kocher: „Die Verletzungen der Wirbelsäule, zugleich als Beitrag zur Physiologie des menschlichen Rückenmarks.“ Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Med. und Chir. Bd. 1, S. 415.

König: „Lehrbuch der speziellen Chirurgie.“ Berlin, 8. Aufl.

Köhler: „Lexikon der Grenzen des Normalen und Pathologischen im Röntgenbild.“ Hamburg 1910.

von Kryger: „Experimentelle Studien über Wirbelverletzungen.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 45, S. 29.

Linow: „Ueber die isolierten Querfortsatzbrüche der Wirbelsäule mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entschädigung in der Reichsunfallversicherung.“ Arch. f. Orthop. Mechanotherap. u. Unfallchir. Bd. 28, S. 558.

Magnus: „Die Querfortsatzbrüche der Lendenwirbelsäule.“ Arch. f. klin. Chir. Bd. 152, S. 55.

Mannini: „Ueber einen Fall von symptomatischer Ischialgie nach indirekter Fraktur eines Querfortsatzes des 5. Lendenwirbels.“ Ref. Zentralblatt f. die ges. Chir. Bd. 52, S. 760.

Meyer: „Die isolierten Querfortsatzbrüche der Lendenwirbelsäule mit besonderer Berücksichtigung der röntgenologischen Differentialdiagnose.“ Festschrift zur Feier des 10jährigen Bestehens der Akademie für prakt. Med. in Köln 1915.

Meyer-Weiler: „Weitere Untersuchung über die tetanische Muskelverkürzung.“ Münchener med. Wochenschrift 1917 Nr. 50, S. 1611.

Mull: „Kompressionsfraktur der Lendenwirbelsäule durch geringfügiges Trauma.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 196, S. 291.

Niedlich: „Isolierte Querfortsatzfraktur der Lendenwirbelsäule.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 132, S. 655 und „Querfortsatzfrakturen“. Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 124, S. 683.

Ott: „Unsere Erfahrung über die Entstehung und den Verlauf der isolierten Querfortsatzfrakturen der Lendenwirbelsäule.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 144, S. 605.

Oudard et Jean: zit. nach Ott.

Payr: Ref. Deutsche med. Wochenschrift 1908, S. 45.

Pecirka: „Frakturen des Querfortsatzes der Lendenwirbel.“ Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 39, S. 793.

Pieri: „Contributo allo studio delle fratture dell' atlante.“ Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 38, S. 619.

Pusch: „Zur Frage der Wirbelkörperkompression durch Tetanus.“ Zeitschr. f. orthopäd. Chir. Bd. 48, S. 446.

Radmann: „Zur Kenntnis der mittelbaren Wirbelbrüche.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 129, S. 466.

Reisner: „Wirbeldornfortsatzbrüche durch Muskelzug.“ Röntgenpraxis Bd. 4, S. 387.

Riedinger: „Ueber typische Abrißfrakturen von Dornfortsätzen der untersten Hals- und obersten Brustwirbelsäule.“ Arch. f. Orthop. Mechanotherap. u. Unfallchir. Bd. 7, S. 309.

Schackwitz: „Agonale Fraktur der Halswirbelsäule bei Herzschuß.“ Med. Klinik 1920, Bd. 2, S. 927.

Schanz: „Zur Anatomie und Physiologie der Wirbelsäule.“ Zeitschr. f. orthopäd. Chir. Bd. 55, S. 549.

Schinz: „Zur Kasuistik der Querfortsatzfrakturen der Lendenwirbelsäule.“ Dtsch. Zeitschr. für Chir. Bd. 184, S. 29.

Schiessl: „Querfortsatzbrüche der Wirbel.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 196, S. 297.

Schneider: „Double isolated compression frakture of the spine.“ Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 51, S. 300.

Schulte: „Isolierter Bruch des Dornfortsatzes des 3. Lendenwirbels.“ Dtsch. militärärztl. Zeitschr. 1902, Nr. 9.

Schütz: „Wirbeldornfortsatzbruch durch Muskelzug.“ Dtsch. med. Wochenschrift. Jahrg. 51, S. 1402.

Simon: „Fraktures and frakture dislocations of the cervical vertebra.“ New Orleans med. J. 82, S. 867. Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 51, S. 90.

Spieß: „Kyphoskoliose nach Tetanus.“ Münchener med. Wochenschrift 1920, Nr. 10, S. 289.

Stemmler: „Die isolierte Fraktur der Querfortsätze der Lendenwirbelsäule.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 118, S. 216.

Steiner: „Die Verletzungen der Wirbelsäule.“ Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 173, S. 153.

Strauß: „Indirekter Halswirbelbruch.“ Arch. f. Orthop. Mechanotherap. u. Unfallchir. Bd. 30, S. 231.

Wagner und Stolper: „Die Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks.“ Dtsch. Chir. 40. 1898, S. 1.

Wolff: „Eine typische durch Muskelzug entstandene Abrißfraktur der unteren Hals- und oberen Brustwirbeldornen.“ Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 125, S. 245.

Zaccaria: „Frattura di apofisi spinosa lombare per violenta contrazione di difesa.“ Ref. Zentralblatt für die ges. Chir. Bd. 31, S. 75.

Zollinger: „Isolierte Frakturen der Dornfortsätze der unteren Hals- und oberen Brustwirbel durch Muskelzug.“ Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen Bd. 31, S. 219.

Lebenslauf.

Ich, Hans Werner Berthold Kroemer, wurde am 9. Dez. 1909 zu Geisenheim am Rhein als dritter Sohn des Direktors des pflanzenphysiologischen Instituts der dortigen staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Prof. Dr. Karl Kroemer und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Weber geboren. Meinen ersten Schulunterricht erhielt ich von Ostern 1916 bis Ostern 1920 in der Volksschule meiner Vaterstadt und besuchte dann von Ostern 1920 ab das dortige Reformrealgymnasium, welches ich Ostern 1929 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich begann dann mein medizinisches Studium in Marburg und bestand hier am 7. August 1931 die ärztliche Vorprüfung. Im Wintersemester 1931/32 und Sommersemester 1932 studierte ich in München, kehrte dann wieder nach Marburg zurück und bestand hier am 21. Dezember 1934 vor der ärztlichen Prüfungskommission die ärztliche Prüfung. Seit dem 20. Januar 1935 bin ich am Allgemeinen Krankenhaus in Lübeck als Medizinalpraktikant tätig.

Meine Lehrer waren:

in Marburg: Alverdes, Baur, Boeminghaus, Dittler, Eimer, Enke, Flössner, Freudenberg, Göppert, Grüneisen, Grüter, Hildebrand, Jaeck, Jacobshagen, Kehrer, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Kutscher, Loebell, Mauz, Meerwein, Nauck, Naujoks, H. O. Neumann, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schwenkenbecher, Strecker, Tommaschek, Uffenorde, Versé;

in München: Boehm, Borst, Bremer, Brünings, Döderlein, Lexer, Friedr. v. Müller, v. Pfaundler, v. Romberg †, v. Seemen, Wessely, v. Zumbusch.